

- 7.Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.01 / КГТУСА. – К., 1994. – 32 с.
- 8.Пичугин С.Ф., Махинько А.В. Ветровая нагрузка на строительные конструкции. – Полтава, 2005. – 342 с.
- 9.Пичугин С.Ф., Махинько А.В. Сравнительный анализ спектров пульсаций скорости ветра // 36. наук. праць III міжнар. наук.-практ. конф. „Баштові споруди: матеріали, конструкції і технології”. Вип.8 (56). – Макіївка: ДонДАБА, 2005. – С. 18-25.
- 10.Махинько А.В. Надійність елементів металоконструкцій під дією випадкових змінних навантажень: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / ПолтНТУ. – Полтава, 2006. – 24 с.
- 11.Симиу Э., Скэнлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения: Пер. с англ. Б.Е.Маслова, А.В.Швецовой; Под. ред. Б.Е.Маслова. – М.: Стройиздат, 1984. – 360 с.
- 12.Davenport A.G. The Relationship of Wind Structure to Wind Loading. Proceeding of the Symposium on Wind Effects on Buildings and Structures, Teddington, vol.1, 1963. – P.54-102.
- 13.Davenport A.G. The Response of Slender Line-like Structures to a Gusty Wind. Proc Inst Civil Engineers 1962, №23. – P.369-408.
- 14.Davenport A.G. The Spectrum of Horizontal Gustiness Near the Ground in High Winds. Quart J Roy Meteorol Soc 1961, №87. – P.184-211.
- 15.Eurocode 1: Actions on Structures – Part 1-4: General actions – Wind Actions.– Brussels: CEN, 2002.– 155 p.
- 16.Simiu E. Toward a New Generation of Standards for Wind Loads: Implications for Design Practice, Insurance, and Research // The Eight U.S. National Conf. on Wind Engineering. – Baltimore (USA). – 1997. – CD.
- 17.Simiu E., Filliben J.J. Probability Distributions of Extreme Wind Speeds // Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. – 1980. – vol. 106. – P.2365-2374.
- 18.Solari G, Piccardo G. Probabilistic 3-D Turbulence Modeling for Gust Buffeting of Structures // Probabilistic Engineering Mechanics. – No. 16. – 2001. – P.73-86.
- 19.Solari G. Wind Speed Statistics // International Atomic Energy Agency. – 1996. – P.637-657.
- 20.Solari G., Pagnini L.C. Gust Buffeting and Aeroelastic Behavior of Poles and Monotubular Towers // Journal of Fluids and Structures. – No.13. – 1999. – P.877-905.

Отримано 27.01.2009

УДК 699.841.001.2

МАЗЕН РАДВАН

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СЛОИСТОСТИ ОСНОВАНИЯ НА УСИЛИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ ПЕРЕКРЫТИЙ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Анализируется влияние слоистости основания на усилия в элементах перекрытий монолитных каркасно-стеновых железобетонных зданий, выполненных для сейсмических условий Сирийской Арабской Республики.

Сейсмостойкость сооружения – это та часть общей динамики со-

оружения, в которой изучается поведение конструкции при сейсмических воздействиях и разрабатываются методы расчета сооружений, обеспечивающих их надежность при землетрясениях [1].

Одним из главных факторов по обеспечению сейсмостойкости конструкции и сооружения в целом является более точное моделирование процесса землетрясения и прогнозирование изменения прочностных характеристик основания (ρ , E , ν – соответственно плотность, модуль упругости, коэффициент Пуассона), вызванного распространением сейсмических волн, являющихся следствием вызванных тектонических толчков.

При учете сейсмических воздействий следует определить, требуется ли увеличение армирования в конструктивных элементах. Также следует оценить, в каких именно элементах увеличиваются усилия и какая конструктивная система целесообразнее при действии сейсмической нагрузки.

Безусловно, каждое здание работает по-разному в условиях сейсмических воздействий. Это обусловлено многими факторами, один из которых – взаимодействие между сооружением и основанием.

Здания повышенной этажности часто проектируются с монолитным железобетонным каркасом. При этом горизонтальные нагрузки воспринимаются в основном диафрагмами и ядрами жесткости.

В настоящей работе сделана попытка оценить изменение усилий в элементах перекрытия от влияния слоистости основания на сооружение при сейсмических воздействиях, поскольку перекрытия являются важными и материалоемкими элементами здания. Для оценки влияния слоистости основания на усилия в элементах перекрытий проведен численный эксперимент с помощью программного комплекса SCAD [2], основанного на МКЭ.

На рис.1-3 приведены конечно-элементные модели расчетных схем многоэтажных каркасно-стеновых монолитных железобетонных зданий, возведенных в Сирийской Арабской Республике.

Сборно-монолитные железобетонные перекрытия состоят из главных и второстепенных балок, плит перекрытия, блоков-вкладышей. Интервал расположения второстепенных балок составляет 50 см. Для здания варианта А толщина перекрытий – 27 см, плит перекрытия – 7 см; для здания варианта В толщина перекрытий – 26 см, плит перекрытия – 8 см; для здания варианта С толщина перекрытий – 26 см, плит перекрытия – 6 см. Индексы 1, 2, 3, 4, 5 обозначают вариант слоистости основания.

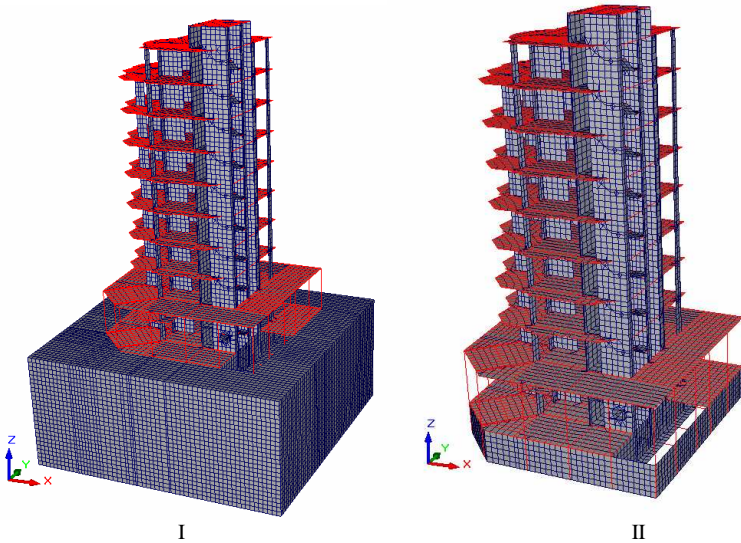


Рис.1 – Вариант А – конечно-элементные модели расчетных схем
10-этажных каркасно-стеновых монолитных железобетонных зданий с подвалом:
I – здание с основанием (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5); II – здание без основания (A_6).

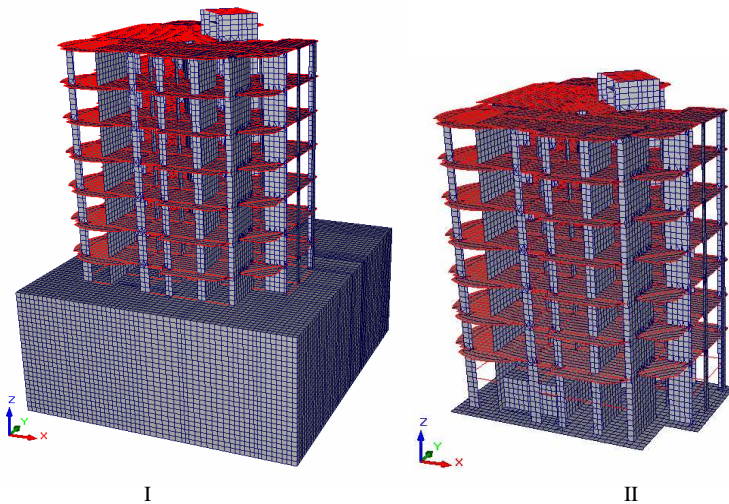


Рис.2 – Вариант В – конечно-элементные модели расчетных схем
7-этажных каркасно-стеновых монолитных железобетонных зданий с подвалом:
I – здание с основанием (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5); II – здание без основания (B_6).

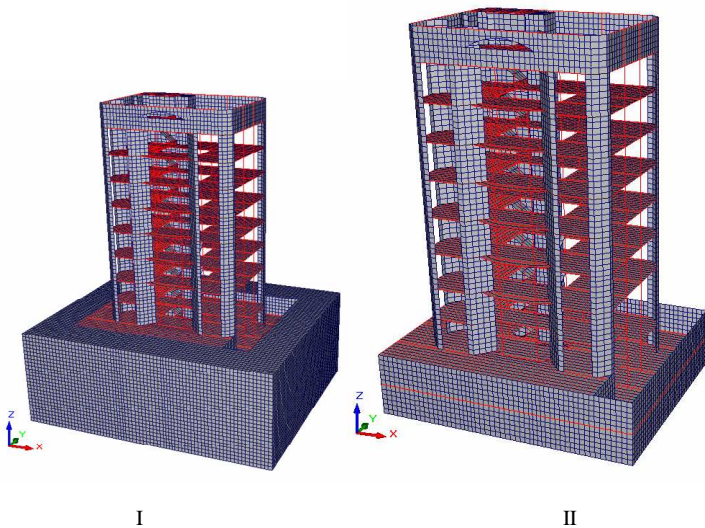
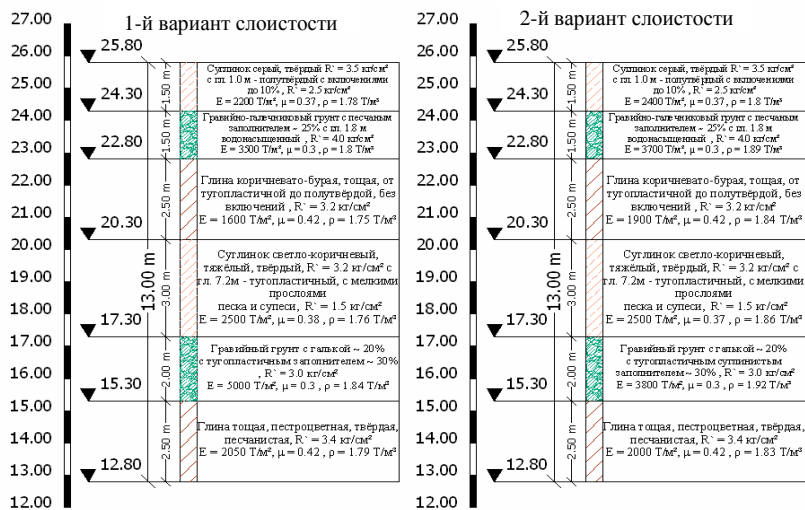
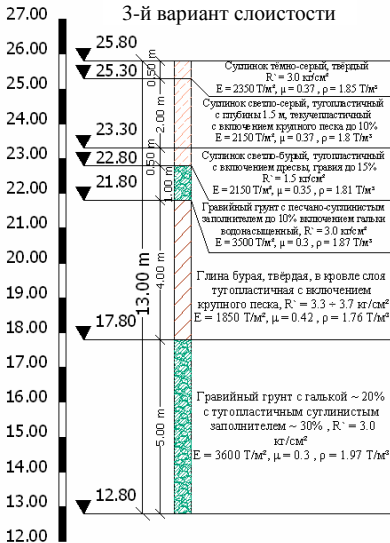


Рис.3 – Вариант С – конечно-элементные модели расчетных схем 8-этажных каркасно-стеновых монолитных железобетонных зданий с двумя подвалами: I – здание с основанием (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅); II – здание без основания (C₆).

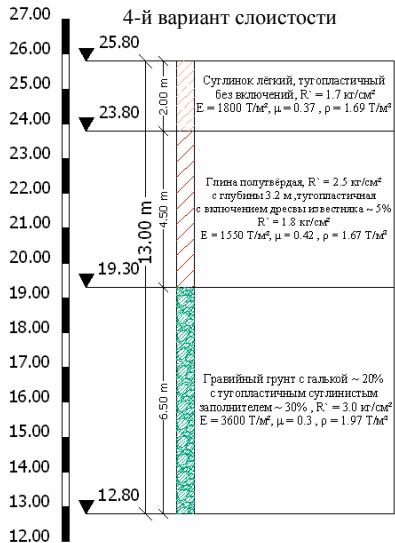
Рассмотрено пять вариантов слоистости основания, принятых по данным инженерно-геологических изысканий грунтов в Сирийской Арабской Республике.



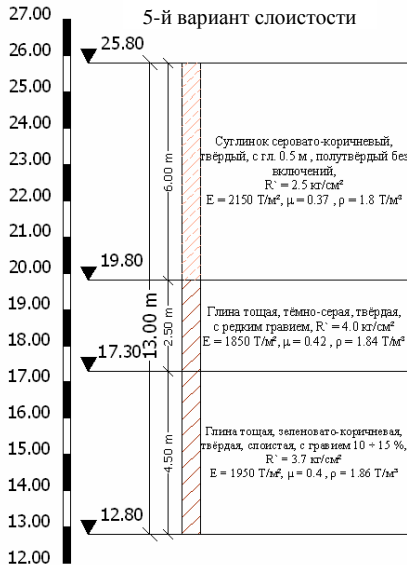
3-й вариант слоистости



4-й вариант слоистости



5-й вариант слоистости



На рис. 4, 11, 18 рассмотрены нижний и верхний участки выбранных монолитных железобетонных главных балок всех вариантов зданий, в которых было проведено сравнение значений усилий и напряжений.

На рис.5-10 рассматриваются значения усилий в нижних (а) и верхних (б) главных балках здания варианта А, выбранных для сравнения.

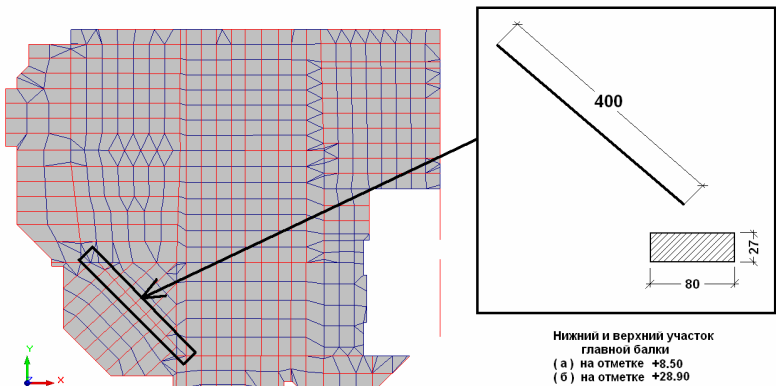


Рис.4 – Расположение и размеры выбранных главных балок здания – вариант А

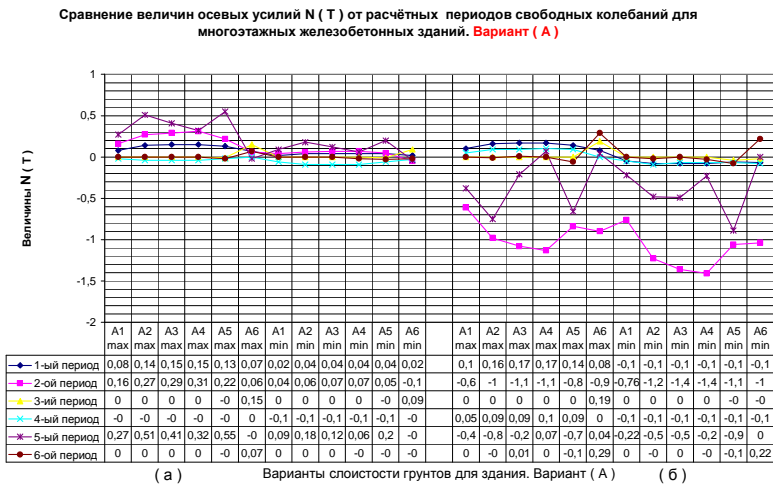


Рис.5 – Значения осевых усилий $N(T)$ для здания – вариант А

Сравнение величин крутящих моментов M_k (Т.м) вокруг X1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. Вариант (А)

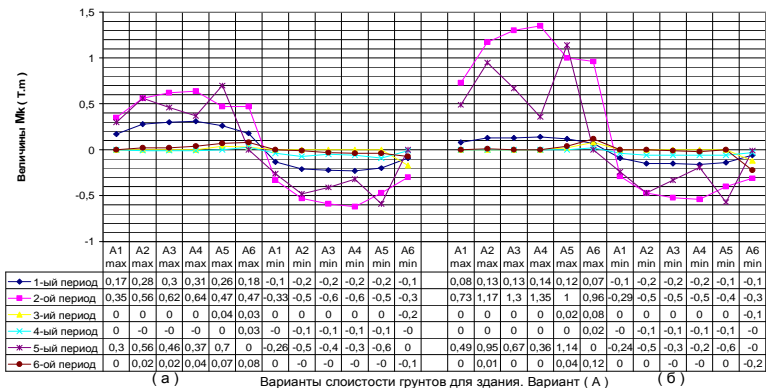


Рис.6 – Значения крутящих моментов M_k (Т.м) вокруг X1 для здания – вариант А

Сравнение величин изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. Вариант (А)

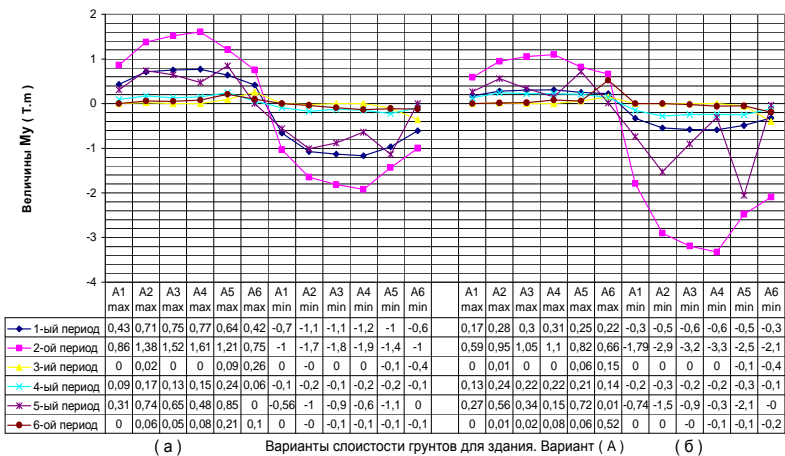


Рис.7 – Значения изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y1 для здания – вариант А

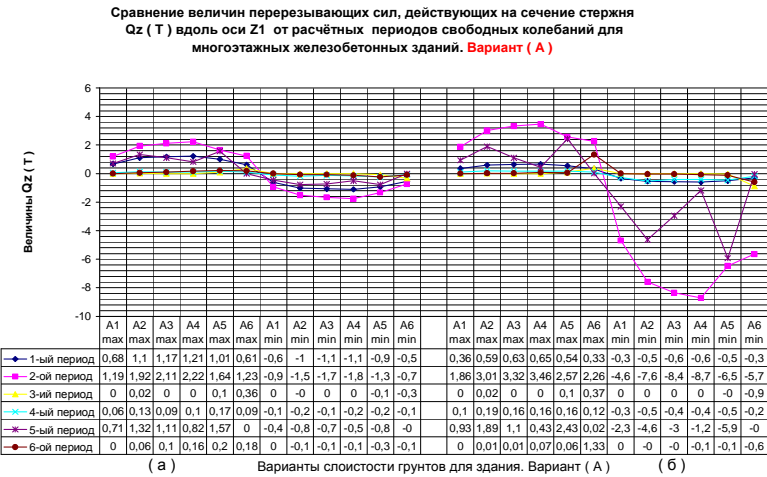


Рис.8 – Значения перерезывающих сил, действующих на сечение стержня $Q_z (T)$, вдоль оси Z1 для здания – вариант А

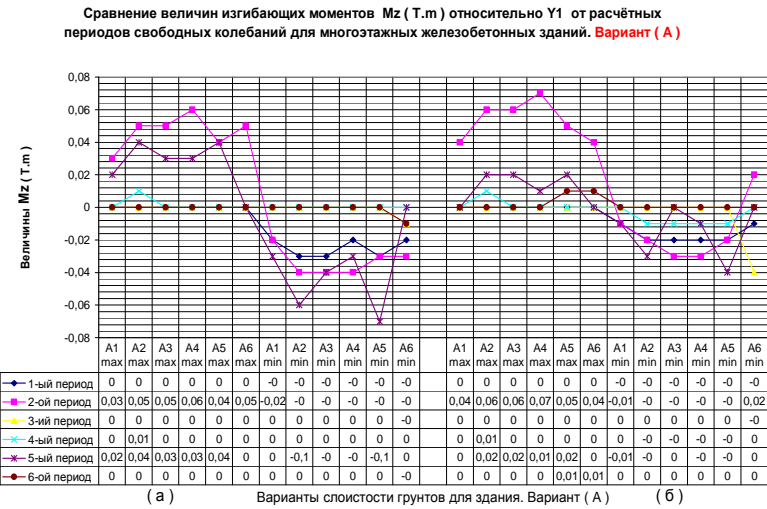
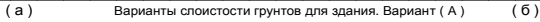
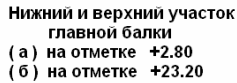


Рис.9 – Значения изгибающих моментов $M_z (T.m)$, относительно Y1 для здания – вариант А



вдоль оси Z1 для здания – вариант А



Сравнение величин осевых усилий N (Т) от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

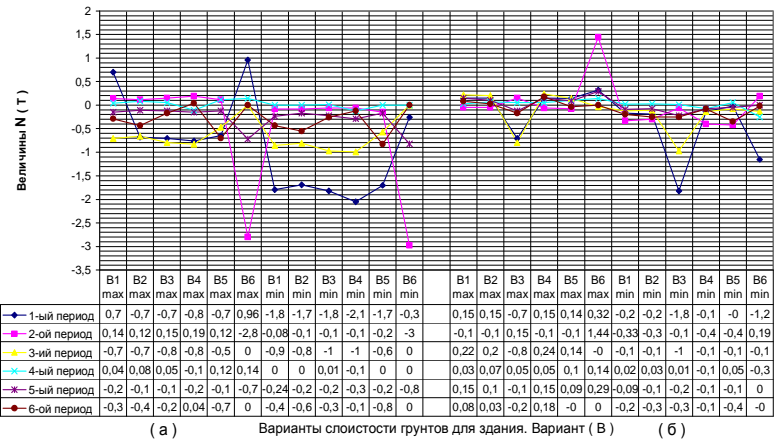


Рис.12 – Значения осевых усилий N (Т) для здания – вариант В

Сравнение величин крутящих моментов Mk (Т.м) вокруг X1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

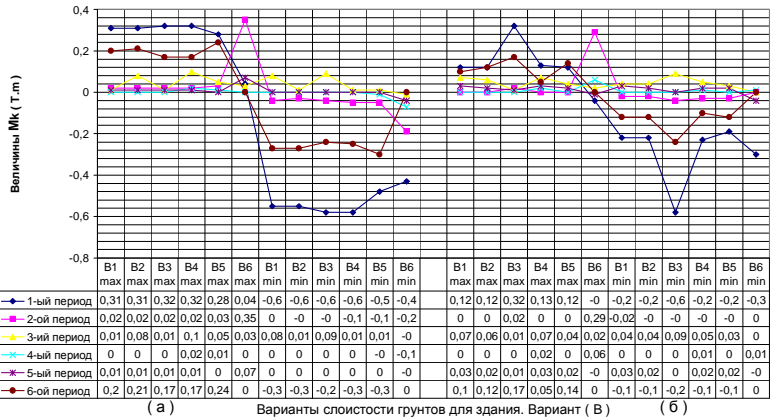


Рис.13 – Значения крутящих моментов Mk (Т.м) вокруг X1 для здания – вариант В

Сравнение величин изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

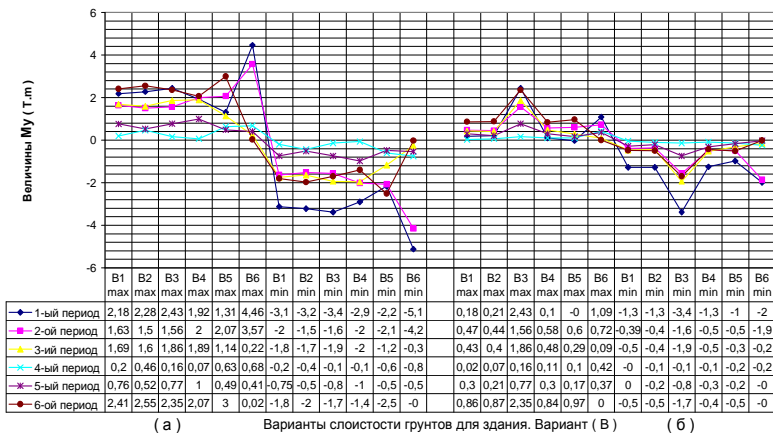


Рис.14 – Значения изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y1 для здания – вариант В

Сравнение величин перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_z (Т) вдоль оси Z1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

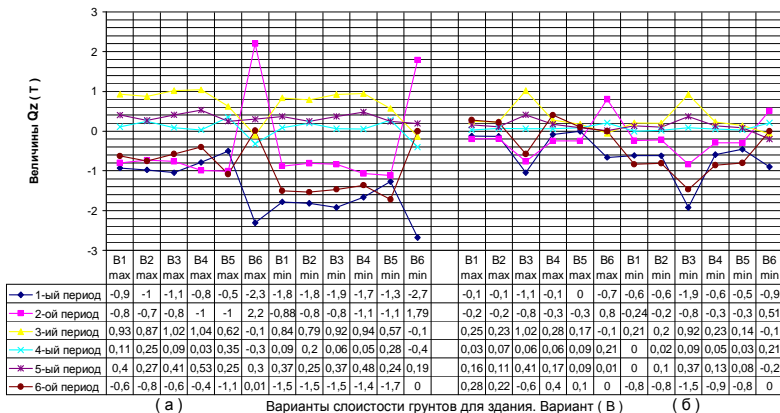


Рис.15 – Значения перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_z (Т), вдоль оси Z1 для здания – вариант В

Сравнение величин изгибающих моментов M_z (Т.м) относительно Y1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

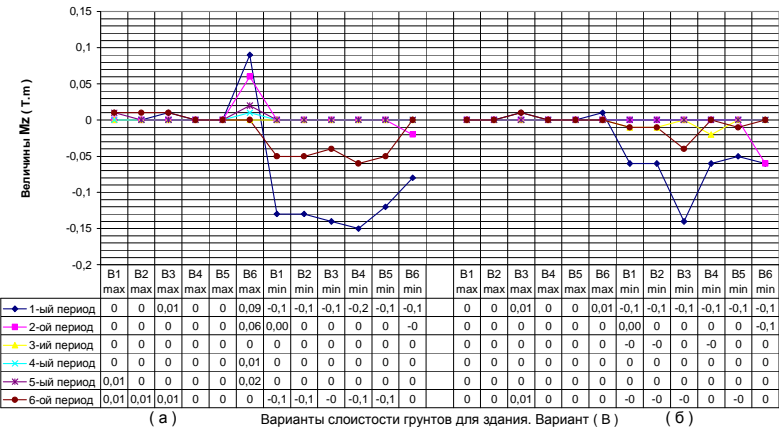


Рис.16 – Значения изгибающих моментов M_z (Т.м), относительно Y1 для здания – вариант В

Сравнение величин перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_y (Т) вдоль оси Z1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (В)**

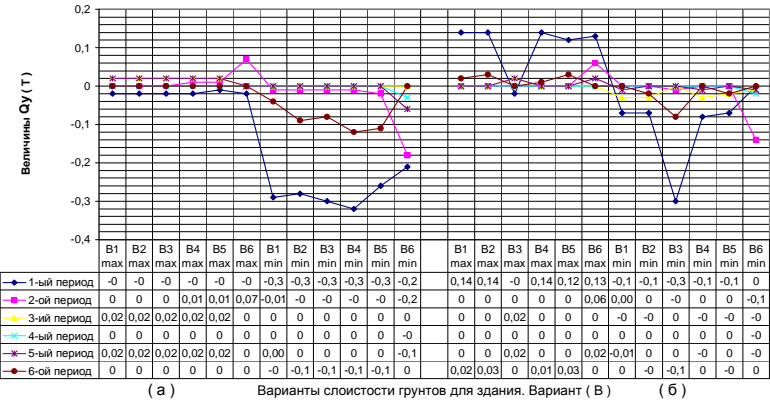


Рис.17 – Значения перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_y (Т) вдоль оси Z1 для здания – вариант В

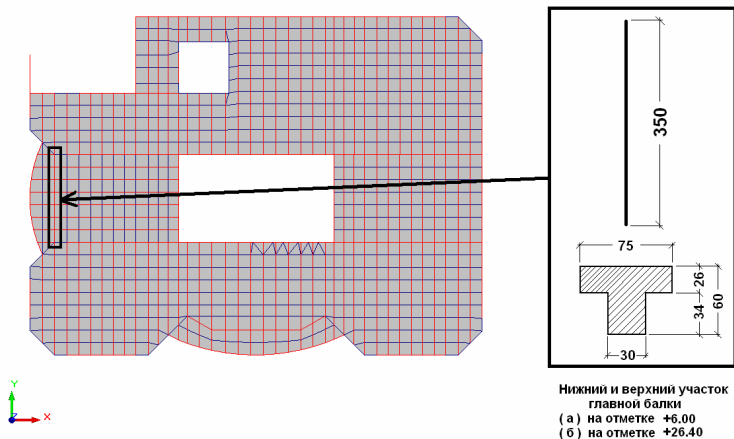


Рис.18 – Расположение и размеры выбранных главных балок здания – вариант С

На рис.19-24 рассматриваются значения усилий в нижних (а) и верхних (б) главных балках здания варианта С, выбранных для сравнения.

Сравнение величин осевых усилий $N(T)$ от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. Вариант (С)

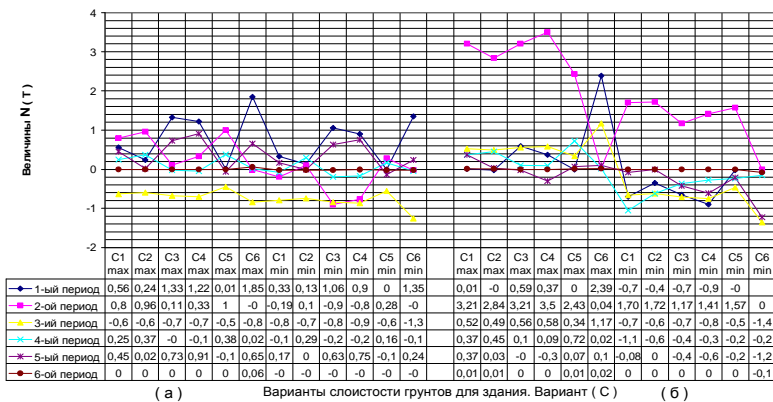


Рис.19 – Значения осевых усилий $N(T)$ для здания – вариант С

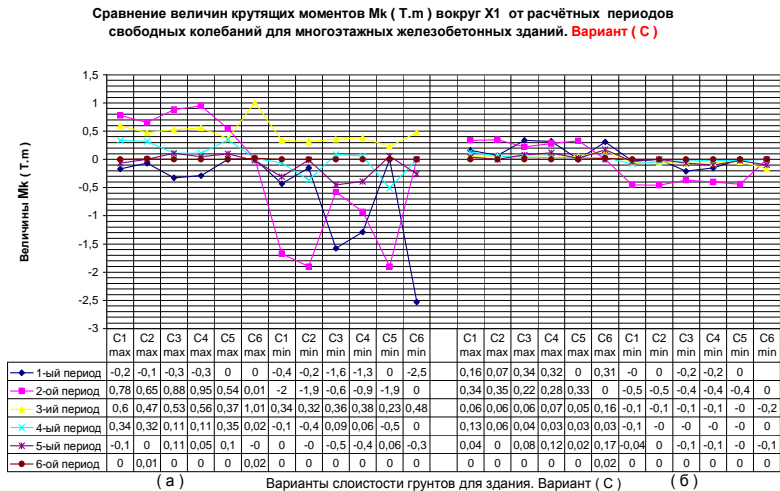


Рис. 20 – Значения крутящих моментов M_k (Т.м) вокруг X_1 для здания – вариант С

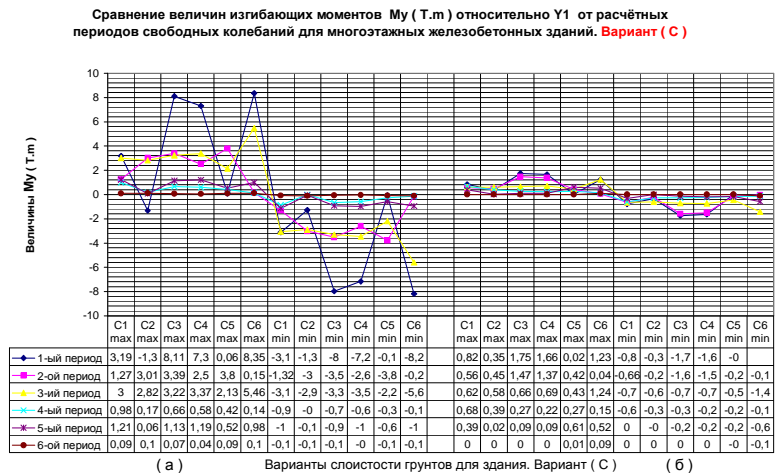


Рис.21 – Значения изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y_1 для здания – вариант С

Сравнение величин перерезывающих сил, действующих на сечение стержня $Q_z(T)$ вдоль оси Z1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (С)**

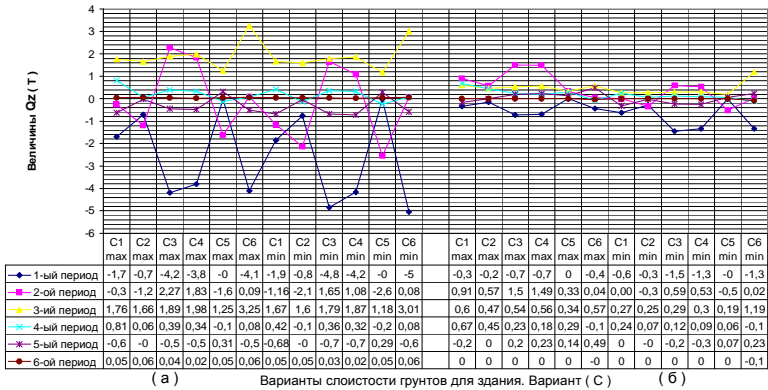


Рис.22 – Значения перерезывающих сил, действующих на сечение стержня $Q_z(T)$, вдоль оси Z1 для здания – вариант С

Сравнение величин изгибающих моментов $M_z(T.m)$ относительно Y1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (С)**

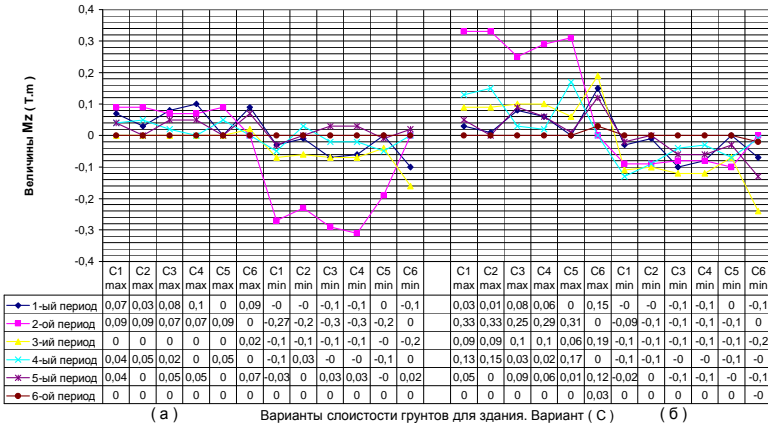


Рис.23 – Значения изгибающих моментов $M_z(T.m)$ относительно Y1 для здания – вариант С

Сравнение величин перерезывающих сил, действующих на сечение стержня $Q_y(T)$ вдоль оси Z_1 от расчётных периодов свободных колебаний для многоэтажных железобетонных зданий. **Вариант (С)**

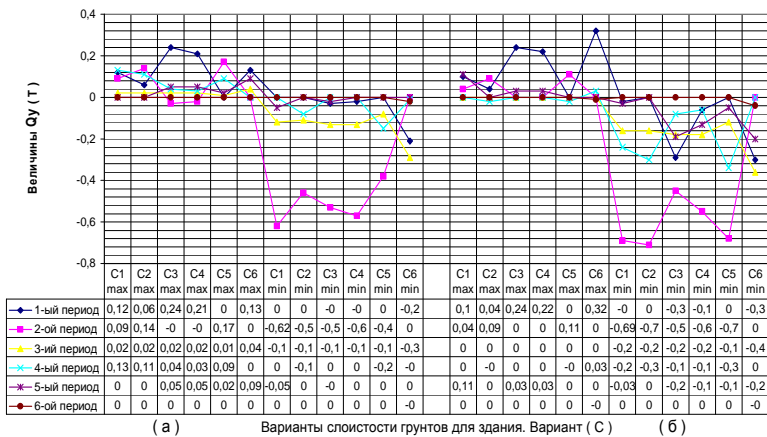


Рис.24 – Значения перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_y (Т) вдоль оси Z1 для здания – вариант С

В табл.1-6 приведена разница (в %) между усилиями для участков выбранных монолитных железобетонных главных балок сооружений с учетом и без учета оснований для максимальных и минимальных значений с 1-го по 6-й периоды свободных колебаний.

Суммирование вкладов отдельных форм колебаний нормами рекомендуется выполнять с использованием среднеквадратичной оценки типа «корень из суммы квадратов» [3]:

$$S_k = \sqrt{\sum_{j=1}^n S_{kj}^2} \text{ ,} \quad (1)$$

где S_{kj} – сейсмические воздействия при колебаниях сооружения по j -й форме.

На основании выполненных нами исследований можно сделать следующие выводы:

1. При анализе усилий в отдельных элементах, возникающих при сейсмическом воздействии, следует учитывать конструктивную схему и конфигурацию здания, грунтовые особенности площадки строительства, глубину заложения фундамента, жесткость самой конструкции, ее месторасположение в здании, оптимальные параметры моделирования и др.

Таблица 1 – Соотношение осевых усилий N (Г) (рис.5, 12, 19)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
Здания а	max	0,32	0,59	0,52	0,47	0,61	1,06	1,06	1,1	1,16	1,08	3,05	1,27	1,21	1,66	1,7	1,16	2,13	
	%	+70,3	+212,4	+175,9	+147,63	+218,7	-	-65,27	-65,36	-63,89	-62,06	-64,43	-	-40,4	-43,06	-21,9	-19,96	-48,5	-
	min	0,117	0,21	0,17	0,14	0,22	2,05	1,96	2,09	2,3	1,99	3,09	0,89	0,81	1,75	1,66	0,65	1,85	
	%	+0,72	+81,32	+44,44	+15,68	+87,18	-	-33,78	-36,54	-32,37	-25,55	-35,68	-	-51,7	-56,27	-5,57	-10,64	-64,8	-
Здания б	max	0,73	1,25	1,12	1,15	1,08	0,97	0,32	0,28	1,1	0,37	0,25	1,51	3,29	2,91	3,31	3,58	2,56	2,19
	%	-24,91	+28,81	+15,32	+18,65	+11,79	-	-78,73	-81,18	-27,1	-75,13	-83,28	-	-450,3	+33,1	+51,2	+63,4	+16,7	-
	min	0,79	1,33	1,45	1,43	1,39	1,07	0,45	0,45	2,09	0,47	0,55	1,2	2,22	1,96	1,61	1,87	1,67	2,28
	%	-25,66	+24,1	+35,6	+34,1	+30,09	-	-62,65	-62,11	+74,26	-60,48	-53,5	-	-2,58	-13,9	-29,1	-17,9	-26,7	-

Таблица 2 – Соотношение моментов, крутящих сечение M_k (Т.м) вокруг X1 (рис.6, 13, 20)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
Здания а	max	0,49	0,84	0,83	0,8	0,88	0,51	0,369	0,383	0,363	0,377	0,373	0,36	1,057	0,866	1,09	1,147	0,749	1,01
	%	-3,92	+64,32	+62,03	+56,97	+73,26	-	+2,58	+6,41	+0,77	+4,63	+3,63	-	+4,61	-14,26	+7,86	+13,5	-25,89	-
	min	0,44	0,75	0,75	0,74	0,79	0,36	0,62	0,61	0,635	0,633	0,57	0,48	1,78	1,97	1,78	1,68	1,98	2,58
	%	+21,54	+106,05	+107,44	+103,18	+116,5	-	+29,79	+28,6	+33,18	+32,82	+19,15	-	-31	-23,97	-31,17	-35,01	-23,43	-
Здания б	max	0,88	1,51	1,47	1,4	1,52	0,97	0,17	0,189	0,369	0,16	0,19	0,3	0,404	0,357	0,419	0,448	0,336	0,23
	%	-9,31	+55,39	+50,82	+44,24	+56,33	-	-42,01	-39,56	+21,2	-46,61	-36,68	-	+71,07	+55,3	+77,4	+89,8	+42,11	-
	min	0,39	0,68	0,64	0,59	0,71	0,4	0,256	0,255	0,63	0,26	0,23	0,3	0,46	0,46	0,437	0,445	0,44	2,53
	%	-3,77	+69,17	+57,48	+47,83	+76,28	-	-15,56	-15,68	+109,8	-14,65	-24,19	-	-81,7	-81,7	-82,7	-82,5	-82,5	-

Таблица 3 – Соотношение изгибающих моментов M_y (Т.м) относительно Y1 (рис.7, 14, 21)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
Здания а	max	1,01	1,73	1,82	1,86	1,64	0,91	4,085	4,12	4,236	4,068	4,12	5,77	4,81	4,33	9,45	8,52	4,41	10,02
	%	+11,99	+90,91	+101,05	+104,94	+81,65	-	-29,22	-28,58	-26,62	-29,52	-28,69	-	-51,94	-56,76	-5,73	-14,99	-56,03	-
	min	1,35	2,22	2,32	2,35	2,09	1,23	4,403	4,44	4,599	4,38	4,16	6,67	4,79	4,38	9,39	8,46	4,43	9,98
	%	+9,22	+79,63	+88,03	+90,08	+69,05	-	-33,96	-33,44	-31,02	-34,25	-37,58	-	-51,96	-56,03	-5,93	-15,26	-55,6	-
Здания б	max	0,68	1,16	1,16	1,18	1,14	0,89	1,126	1,023	4,235	1,176	1,19	1,42	1,41	0,69	2,39	2,27	0,89	8,45
	%	-23,45	+30,29	+30,51	+31,78	+27,97	-	-20,92	-28,14	+197	-17,37	-16,19	-	-83,3	-91,8	-71,68	-73,13	-89,38	-
	min	1,97	3,33	3,37	3,41	3,27	2,16	1,529	1,44	4,599	1,542	1,27	2,73	1,41	0,49	2,48	2,36	0,54	8,34
	%	-8,91	+54,16	+55,95	+57,4	+51,22	-	-44,05	-47,3	+68,3	-43,57	-53,59	-	-83,1	-94,1	-70,24	-71,69	-93,48	-

Таблица 4 – Соотношение перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_x (Т), вдоль оси Z1 (рис.8, 15, 22)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
Здания																		
max	1,54	2,58	2,66	2,66	2,5	1,43	1,71	1,72	1,79	1,77	1,73	3,22	2,664	2,164	5,161	4,704	2,08	5,26
%	+7,75	+80,02	+85,49	+85,88	+74,44	-	-46,79	-46,7	-44,18	-45,1	-46,18	-	-49,4	-58,89	-1,97	-10,65	-60,45	-
min	1,21	1,98	2,11	2,15	1,82	0,96	2,65	2,66	2,74	2,62	2,51	3,25	2,87	2,78	5,47	4,76	2,83	5,9
%	+26,34	+106,25	+119,72	+124,31	+90,04	-	-18,49	-18,36	-15,67	-19,52	-22,99	-	-51,37	-52,85	-7,27	-19,3	-51,97	-
max	2,11	3,61	3,56	3,55	3,58	2,67	0,47	0,41	1,79	0,58	0,34	1,06	1,33	0,87	1,77	1,75	0,57	0,86
%	-20,91	+35,05	+33,16	+32,92	+34,13	-	-55,54	-60,93	+69,6	-44,84	-67,63	-	+53,3	+0,51	+104	+102	-34,14	-
min	5,24	8,91	8,89	8,82	8,79	5,76	1,094	1,067	2,75	1,11	0,98	1,08	0,78	0,92	1,61	1,48	0,55	1,805
%	-5,9	+54,8	+54,33	+53,13	+52,77	-	+1,59	-0,86	+1,55	+3,6	-8,59	-	-56,4	-71,6	-10,6	-17,5	-49,4	-

Таблица 5 – Соотношение изгибающих моментов M_x (Т.м) относительно Y1 (рис.9, 16, 23)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
Здания																		
max	0,036	0,065	0,058	0,067	0,057	0,05	0,014	0,01	0,014	0	0	0,11	0,127	0,107	0,12	0,132	0,11	0,116
%	-27,89	+29,62	+16,62	+34,16	+13,14	-	-87,19	-90,94	-87,19	-100	-100	-	+9,5	-3,6	+9,4	+3,9	-3,6	-
min	0,041	0,078	0,064	0,054	0,082	0,039	0,14	0,14	0,146	0,16	0,13	0,082	0,286	0,239	0,308	0,325	0,203	0,19
%	-6,46	+101,66	+65,33	+39,04	+111,34	-	+68,9	+68,9	+76,6	+95,9	+57,6	-	+51	+26,4	+62,6	+15,1	+9,7	-
max	0,04	0,064	0,063	0,071	0,055	0,0412	0	0	0,014	0	0	0,01	0,37	0,373	0,296	0,319	0,358	0,272
%	-2,99	+55,3	+53,4	+71,5	+32,84	-	-100	-100	+41,42	-100	-100	-	+36,3	+37,4	+9,06	+17,3	+31,9	-
min	0,017	0,042	0,037	0,039	0,05	0,046	0,061	0,061	0,145	0,063	0,051	0,083	0,196	0,16	0,189	0,178	0,14	0,28
%	-62,2	-7,42	-18,35	-15,48	+9,11	-	-27,35	-27,35	+71,59	-25,46	-39,9	-	-30,67	-42,62	-32,88	-37,01	-49,1	-

Таблица 6 – Соотношение перерезывающих сил, действующих на сечение стержня Q_x (Т) вдоль оси Z1 (рис.10, 17, 24)

Здания	Вариант А						Вариант В						Вариант С					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
Здания																		
max	0,048	0,089	0,086	0,086	0,105	0,055	0,035	0,035	0,035	0,036	0,032	0,073	0,199	0,188	0,251	0,219	0,193	0,163
%	-12,44	+62,27	-57,05	+57,05	+91,48	-	-52,41	-52,41	-50,47	-56,56	-	-22,3	+15,8	+53,9	+34,7	+18,7	-	-
min	0,12	0,212	0,214	0,214	0,209	0,15	0,292	0,294	0,31	0,34	0,283	0,284	0,633	0,479	0,546	0,583	0,416	0,358
%	-15,95	+43,83	-44,94	+44,94	+41,42	-	+2,92	+3,4	+9,14	+20,13	-0,55	-	-7,66	+33,7	+52,4	+63	+16	-
max	0,081	0,14	0,13	0,098	0,1	0,078	0,141	0,143	0,034	0,14	0,12	0,144	0,154	0,101	0,242	0,222	0,112	0,321
%	+4,01	+85,54	-67,43	+26,1	+29,94	-	-2,17	-0,96	-76,04	-2,91	-14,44	-	-52,12	-68,74	-24,78	-30,95	-65,23	-
min	0,073	0,124	0,134	0,146	0,106	0,076	0,077	0,079	0,31	0,086	0,075	0,14	0,748	0,787	0,601	0,599	0,771	0,511
%	-4,41	+63,47	-76,17	+91,63	+38,96	-	-45,9	-44,6	+118,6	-39,47	-46,9	-	+46,5	+54	-17,6	+17,2	+50,9	-

2. Сравнивая усилия, возникающие в главных балках (на отметках +8.5, +28.50) здания А, следует отметить следующее: в большинстве случаев в зданиях при учете грунтового основания ($A_1 - A_5$) имеет место увеличение абсолютных значений усилий по сравнению со зданием A_6 – без учета основания. Осевые усилия N увеличиваются в 1,68-3,21 раза для нижних балок и в 1,11-1,18 – для верхних. Значения крутящих моментов M_k увеличиваются приблизительно в 1,7 раза для нижних балок и в 1,56 раза – для верхних. Значения изгибающих моментов M_y увеличиваются приблизительно в два раза для нижних балок, в 1,3 раза – для верхних. Значения изгибающих моментов M_z увеличиваются в 1,34 раза для нижних балок, в 1,72 раза – для верхних. Значения перерезывающих сил Q_y увеличиваются в 1,91 раза для нижних балок, в 1,8 раза – для верхних. Значения перерезывающих сил Q_z увеличиваются приблизительно в 1,9 раза для нижних балок, в 1,35 раза – для верхних.
3. Усилия в главных балках здания В (на отметках +2.80, +23.20) распределяются следующим образом. При анализе значений осевых усилий N , т.е. видно, что они уменьшаются в зданиях с учетом основания ($B_1 - B_5$) по сравнению со зданием без учета основания B_6 . Абсолютные значения в нижних балках уменьшились приблизительно в 2,9 раза, в верхних – в 6 раз. Крутящие моменты в нижних балках примерно на одном уровне для всех вариантов «здание – основание», для верхних балок – резко изменяются от слоистости основания. Изгибающие моменты M_y в нижних балках уменьшаются в 1,4 раза, в верхних – резко изменяются в зависимости от слоистости. Изгибающие моменты M_z для нижних балок уменьшаются в 10 раз, для верхних – резко меняются. Перерезывающие силы Q_z уменьшаются приблизительно в два раза для нижних балок, и резко меняются для верхних балок при разной слоистости. Перерезывающие силы Q_y уменьшаются приблизительно в два раза для нижних балок, и в 2-4 раза – для верхних балок.
4. Усилия в главных балках таврового сечения (на отметках +6.0, +26.4) здания С с учетом основания ($C_1 - C_5$) распределяются так:

осевые усилия N , т, в нижних балках уменьшаются в диапазоне от 1,25 до 1,83 раза по сравнению со зданием без учета основания (C_6), в верхних балках – увеличиваются в 1,2-1,6 раза. Значения крутящих моментов M_k (Т·м) резко меняются в зависимости от слоистости для нижних балок, и увеличиваются приблизительно в два раза для верхних балок. Значения изгибающих моментов M_y (Т·м) уменьшаются для верхних и нижних балок в зависимости от слоистости в 5-10 раз по сравнению со зданием без учета основания. Значения изгибающих моментов M_z (Т·м) резко изменяются в зависимости от слоистости основания для нижних балок, и увеличиваются в 1,1-1,2 раза для верхних балок. Перерезывающие силы Q_z (Т) уменьшаются от 1,1 до 2,5 раза для нижних балок, и резко изменяются для верхних в зависимости от слоистости. Перерезывающие силы Q_y (Т) увеличивают свои значения для всех балок от 1,2 до 1,5 раза.

5. Абсолютные значения усилий при их сопоставлении для разных вариантов зданий также различны. Наибольшие значения для N , Q_z , Q_y характерны для здания типа С (балки таврового сечения) для верхних и нижних балок, $\max M_k$ – для верхних балок здания А и нижних балок здания С, M_z для нижних (здание типа С) и верхних (здание типа А) балок. В здании типа В значения всех усилий намного меньше тех же значений для зданий типа А и С. Исходя из этого, можно рекомендовать наиболее оптимальные сечения конструктивных элементов для различного типа зданий в различных грунтовых условиях.
6. Анализ показывает, что для здания типа А все усилия в балках (в основном) увеличиваются при учете грунтового основания. В здании типа В все усилия (в основном) уменьшаются, несмотря на слоистость. В здании типа С усилия в балках могут увеличиваться и уменьшаться в зависимости от состава грунтового основания.
7. Очевидно, на такое распределение усилий очень влияет и принятая ферма сооружения и его конструктивная схема, которые непосредственно связаны со способностью здания противостоять возможному землетрясению. Критерием этого противостояния может служить такое свойство здания, как регулярность [4]: регулярность

сооружения в плане; регулярность сооружения по высоте; регулярность применяемого конструктивного решения. Именно регулярность здания наряду с другими факторами определяет его чувствительность к сейсмическим воздействиям.

8. Только тщательный многофакторный учет всех факторов, влияющих на поведение здания при сейсмических воздействиях, и влияние удельного веса каждого из этих факторов может дать полную картину напряженно-деформированного состояния здания при возможном землетрясении.

1.Амосов А.А., Синицын С.Б. Основы теории сейсмостойкости сооружений. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2001. – 95 с.

2.Корниловский В.С. и др. Вычислительный комплекс SCAD. – М.: ABC, 2004. – 592 с.

3.Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 478 с.

4.Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. – К.: НИИСК, 2008. – 480 с.

Получено 13.01.2009

УДК 624.012

Д.Ф.ГОНЧАРЕНКО, д-р техн. наук, О.В.СТАРКОВА, канд. техн. наук,
ХАЙНРИХ ВЕВЕЛЕР

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Анализируется состояние стальных трубопроводов сетей водоснабжения. Перечислены основные методы их восстановления после повреждения. Приведен один из прогрессивных методов восстановления трубопровода путем протаскивания в трубопровод секций из пластмассовых труб.

Переход к рыночной экономике, реформирование жилищно-коммунального комплекса в условиях значительного износа и старения инженерных систем жизнеобеспечения городов и населенных пунктов Украины, отсутствие достаточных материальных и финансовых ресурсов на их реновацию значительно обострили в последние годы проблему обеспечения требуемой надежности и экологической безопасности инженерных коммуникаций городов Украины.

Трубопроводные системы – неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные и водоотводящие сети являются не только наиболее функционально значимым элемен-